

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-203172

(43)Date of publication of application : 22.07.1994

(51)Int.Cl.

G06F 15/72

G06F 7/24

G06F 15/62

(21)Application number : 04-360425

(71)Applicant : NAMCO LTD

(22)Date of filing : 29.12.1992

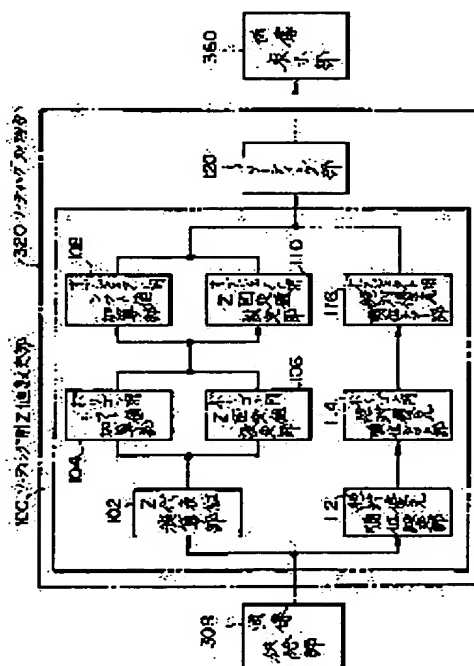
(72)Inventor : TAKEDA MASAKI
KATOU YOSHIAKI

(54) SORTING PROCESSOR AND IMAGE SYNTHESIZING DEVICE USING THE PROCESSOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an optimum sorting processor to synthesize the images in real time.

CONSTITUTION: A Z key value computing part 102 calculates the Z key value from the polygon supplied from an image supply part 308. A polygon shift value adder part 104 and a polygon Z fixed value setting part 106 add the shift value together and set the Z fixed value respectively. Meanwhile an object shift value adder part 108 and an object Z fixed value setting part 110 add the shift value together and set the Z fixed value respectively. At the same time, an absolute priority setting part 112, a polygon absolute priority shifting part 114, and an object absolute priority shifting part 116 add the shift value to the absolute priority bits. Then a sorting part 120 outputs the image data on the polygon based on the priority of the sorting Z value.



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平 6 - 2 0 3 1 7 2

(43)公開日 平成6年(1994)7月22日

(51) Int. C1. ⁵		識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G O 6 F	15/72	4 5 0 A	9192- 5 L		
	7/24		9188- 5 B		
	15/62	3 6 0	8125- 5 L		

審査請求 未請求 請求項の数7

(全27頁)

(21)出願番号 特願平4-360425

(22)出願日 平成4年(1992)・12月29日

(71)出願人 000134855

株式会社ナムコ

東京都大田区多摩川2丁目8番5号

(72)発明者 武田 政樹

東京都大田区多摩川2丁目8番5号 株式会
社ナムコ内

(72)発明者 加藤 工明

東京都大田区多摩川2丁目8番5号 株式会
社ナムコ内

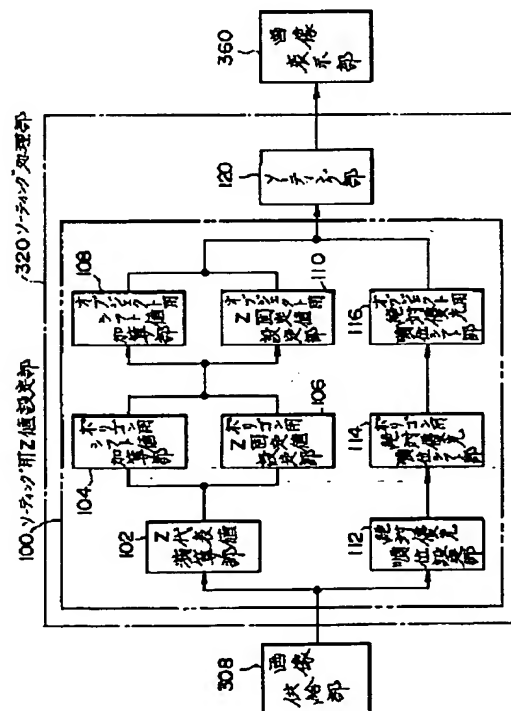
(74)代理人 弁理士 布施 行夫 (外2名)

(54) 【発明の名称】 ソーティング処理装置及びこれを用いた画像合成装置

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 リアルタイムに画像合成を行うのに最適なソーテイング処理を提供する。

【構成】画像供給部３０８より入力されるポリゴンよりＺ代表値演算部１０２でＺ代表値が演算され、ポリゴン用シフト値加算部１０４、ポリゴン用Ｚ固定値設定部１０６でシフト値の加算、Ｚ固定値の設定が行われる。また、オブジェクト用シフト値加算部１０８、オブジェクト用Ｚ固定値設定部１１０でシフト値加算、Ｚ固定値の設定が行われる。一方、絶対優先順位設定部１１２、ポリゴン用絶対優先順位シフト部１１４、オブジェクト用絶対優先順位シフト部１１６で、絶対優先順位ビットに対してシフト値が加算される。ソーティング部１２０でのソーティング用Ｚ値の優先順位にしたがいポリゴンの画像データが出力される。



を行うと、装置は、この操作信号に基づいてレーシングカーである3次元オブジェクト300の回転、並進後の情報をリアルタイムに演算し、これをスクリーン306上に透視投影変換して疑似3次元画像として出力表示する。この結果、プレーヤ302は、自身の操作によりレーシングカーである3次元オブジェクト300をリアルタイムに回転、並進等することが可能となり、疑似3次元空間を仮想シュミレートできることとなる。

【0004】このような画像合成装置の構成の一例を図16に示す。

【0005】3次元オブジェクト300に関する画像情報は、3次元ポリゴンに分割された多面体、即ち、図15における3次元ポリゴン(1)～(6)（3次元ポリゴン(4)～(6)は図示せず）に分割された多面体として表現され、この各頂点座標及び付随データが画像供給部308内の3次元情報メモリ314に記憶されている。そして、この各頂点の座標は、3次元演算部316により読み出され、操作部310からメインCPU312を介して入力された操作信号にしたがって、この各頂点座標に対する回転、並進等の各種の演算及び透視変換等の各種の座標変換が行われ、その後、ポリゴンデータとして画像供給部308より出力される。

【0006】次に、画像表示部360において、画像供給部308から入力されるポリゴンの頂点座標を基に、ポリゴン内部の全ドットが、対応する色データ等で塗りつぶされる。

【0007】ところで、通常、このような塗りつぶし作業を行う際に、ポリゴンとポリゴンが重なった場合は、視点から見て奥側にある部分を消去（陰面消去）し、手前側にある部分のみを表示画面に表示させる必要がある。このような陰面消去を行う手法として、従来は、Zバッファ法と呼ばれる手法が用いられており、この手法を実現するため画像表示部360は、ポリゴナイザ322とZバッファ324とを有している。ここで、Zバッファ324は、表示画面の全てのドットに対応するメモリ空間を有する画像メモリであり、ここには対応するポリゴンの各ドットのZ値（視点からの距離）が記憶される。図17には、このZバッファ法の概念図が示される。

【0008】図17(a)に示すように、三次元オブジェクト300、301の3次元ポリゴンX、Yは、スクリーン306に透視変換されている。そして、図17(b)に示す手順により、Zバッファ324に対して、各ポリゴンの各ドットについてのZ値が書き込まれる。

【0009】即ち、Zバッファ324には、初期値としてZ値の最大値M（通常は無限大値）が書き込まれている。次に、例えばポリゴンXを描画する場合、描画するポリゴンの各ドットごとに、ポリゴンXのZ値がZバッファ324の各ドットに記憶されているZ値よりも小さいか否かが判断される。そして、小さいと判断された

場合には、そのドットについてポリゴナイザ322により色の塗りつぶしが行われ、更に、Zバッファ324の当該ドットに記憶されているZ値も更新される。具体的には、対応する部分のZ値は、全てMからX1～X12に更新される。

【0010】次に、ポリゴンYを描画する場合も、描画する全てのドットについてZバッファ324が参照され、上記と同様の手順により色の塗りつぶしと、Zバッファ324の更新が行われる。具体的には、X7、X8、X11、X12がY1、Y2、Y5、Y6に更新され、ポリゴンYが描画される部分のMの値がY3、Y4、Y7、Y8～Y12に更新される。即ち、この場合は、ポリゴンYの方がポリゴンXよりも手前にあるため、重なっている部分は、ポリゴンYのZ値へと置き変わるることとなる。

【0011】画像表示部360では、以上のような手法により各ポリゴンごとに色の塗りつぶしが行われ、この塗りつぶされた色データは、パレット回路328にてRGB変換され、CRT330にて画像表示が行われる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】さて、通常、この種の画像合成装置では、リアルタイムに画像処理を行うことが要求されており、1フィールド毎、例えば1/60秒毎に1画面分（場合によっては2画面分）の画像データを更新してゆく必要がある。従って、当該画像合成装置には、画像処理の高速性が要求され、この高速性が担保されないと、結果的に画質を低下させてしまうこととなる。そして、この画像処理の高速性を最も律速する処理部分は、最終的に各ドットを所定の色に塗りつぶして行く処理部分である。

【0013】その理由は、図16における画像供給部308においては、前記したように3次元ポリゴンの各頂点ごとに処理を行えばよいのに対し、ポリゴナイザ322においては、表示画面の全てのドットに対して処理を行う必要があるからである。具体的には、例えば640×400ピクセルのCRTに画像表示を行うには、1フィールド内、即ち（1/60）秒の間に、640×400=25万6000の全てのドットについての色の塗りつぶしを完了しなければならない。従って、この色の塗りつぶしを行う際の演算はなるべく簡易で、演算回数もなるべく少ない方が好ましい。

【0014】ところが、前記したZバッファ法では、色の塗りつぶしを行う際には、Zバッファ324を参照し、Zバッファに記憶されているZ値との比較を行い、更に比較した結果をZバッファに書き込み、色の塗りつぶしを行わなければならない。従って、この部分の演算の負担が重く、リアルタイムに高画質の画像処理を行う画像合成装置に使用される陰面消去の手法としては不向きのものであった。

【0015】本発明は、このような従来の課題に鑑みな

いて、前記指定データにより指定される代表値設定パターンを用いて、前記Z座標値からZ代表値を演算し、これをソーティング用Z値としてポリゴン毎に設定することができる。この結果、表示する3次元画像の状態に応じてポリゴンの代表値設定パターンを変えることで、表示画像を形成する際におけるポリゴンの画像データの欠落等の事態を有効に防止できることとなる。

【0026】また、請求項3の発明によれば、前記代表値設定パターンとして、ポリゴンの各頂点のZ座標の最小値、最大値及びこれらの平均値から選択された少なくとも2つをZ代表値として演算できるため、形成される表示画像及びポリゴンの特性に合わせてこれを選択することで、より効率のよい優先順位の設定が可能となる。

【0027】また、請求項4の発明によれば、前記Z代表値に対して、ポリゴンごとに、あるいは、3次元オブジェクトごとに、あるいはポリゴンごと及び3次元オブジェクトごとに所定のシフト値を加算し、ソーティング用Z値を形成することができる。これにより、Z代表値の変更のみによっては回避できないポリゴンの欠落等の事態をより効果的に防止できる。更に、3次元オブジェクトごとにシフト値を加算することにより、3次元オブジェクトを構成する3次元ポリゴンの全ての優先順位を一度に変更することも可能となる。

【0028】また、請求項5の発明によれば、前記Z代表値を固定値に設定し、ソーティング用Z値を形成することができる。従って、表示する3次元画像において、優先順位が常に決まっているようなポリゴン又は3次元オブジェクトに対して、そのソーティング用Z値を固定値にすることで、より簡易にこれらの優先順位を決定することができる。

【0029】また、請求項6の発明によれば、絶対優先順位設定部によりソーティング用Z値の上位ビットに絶対優先順位部を形成できるため、これにより優先順位を絶対的に制御することが可能となる。即ち、ソーティング用Z値の下位ビットの如何に限らずこの絶対優先順位部により優先順位を絶対的に制御できることとなる。これにより、表示画像上に複数のウィンドウを形成することができ、更に、各ウィンドウ内で独立に優先順位の調整をすることが可能となるため、より複雑で高度な優先順位の制御が可能となる。

【0030】また、請求項7の発明によれば、絶対優先順位シフト部により、絶対優先順位ビットにシフト値を加算することができる。これにより、前記設定された絶対優先順位を任意に変更できることとなり、これにより、より高度な優先順位の制御が可能となる。

【0031】

【実施例】

(実施例の目次)

1. 画像合成装置全体の説明

(1) 概念の説明

(2) 画像供給部

(3) 画像表示部

2. ソーティング処理部の説明

(1) 概念の説明

(2) 第1の手法及び構成

(3) 第2の手法及び構成

(4) 第3の手法及び構成

(5) 第4の手法及び構成

(6) ソーティング用Z値設定部の動作

10 (7) ソーティング部の動作

(8) 適用例

(a) Z代表値の変更

(b) ポリゴンごとのシフト値加算

(c) 3次元オブジェクトごとのシフト値加算

(d) Z固定値の設定

(e) 絶対優先順位の設定

(f) 絶対優先順位のシフト値加算

1. 画像合成装置全体の説明

まず、画像合成装置の全体について説明する。

20 (1) 概念の説明

本画像合成装置は、図2に示すように、画像供給部308とソーティング処理部320と画像表示部360とにより構成される。

【0032】ここで、画像供給部308は、操作部310からの操作信号にしたがって3次元情報メモリ314に記憶されている3次元オブジェクトに対して、回転、並進、透視変換等の座標変換及びクリッピング等の処理を行って、これをポリゴンの各頂点ごとに与えられた画像データとしてソーティング処理部320に出力するものである。

30

【0033】また、ソーティング処理部320は、このポリゴンの画像データを、所定の優先順位にしたがって並べ替え、画像表示部360に出力するものであり、詳細については後述する。

【0034】また、画像表示部360は、このポリゴンの各頂点ごとに与えられた画像データより、ポリゴン内部の画像データを演算して、これをCRT330に画像出力するものである。

40

【0035】さて、本実施例の画像合成装置では、より高画質の画像をより効率よく画像合成すべく、テクスチャマッピング手法及びグーローシェーディング手法と呼ぶ手法により画像合成を行っている。以下、これらの手法の概念について簡単に説明する。

【0036】図3には、テクスチャマッピング手法の概念について示される。

【0037】図3に示すような3次元オブジェクト300の各面に例えば格子状、縞状の模様等が施されたものを画像合成する場合には、従来は、3次元オブジェクトを、3次元ポリゴン(1)～(80)(3次元ポリゴン(41)～(80)については図示せず)に分割し、これらの全てのポ

50

面体として表現され、この各頂点座標及び付随データが3次元情報メモリ314に記憶されている。

【0049】3次元演算部316は、この各頂点の座標を読み出し、操作部310からメインCPU312を介して入力された操作信号にしたがって、この各頂点座標に対し各種の演算処理を行っている。以下、この演算処理を詳しく説明する。

【0050】例えばドライビングゲームを例にとれば、図18に示すように、3次元情報メモリ314から読み出されたハンドル、ビル、看板等を表す3次元オブジェクト300、332、334が、ワールド座標系(XW、YW、ZW)で表現される3次元空間上に配置される。その後、これらの3次元オブジェクトを表す画像情報は、プレーヤ302の視点を基準とした視点座標系(Xv、Yv、Zv)へと座標変換される。ここで、視点座標系における座標Zvは奥行きを表すものでは、Zvの値が大きいものほど疑似3次元画像において奥に位置されることとなる。

【0051】次に、いわゆるクリッピング処理と呼ばれる画像処理が行われる。ここで、クリッピング処理とはプレーヤ302の視野外(又は3次元空間上で開かれたウィンドウの視野外)にある画像情報、即ち前方・後方・右側・下方・左側・上方のクリッピング面340、342、344、346、348、350により囲まれ領域(以下表示領域2とする)の外にある画像情報を除去する画像処理をいう。つまり、本画像合成装置によりその後の処理に必要とされる画像情報は、プレーヤ302の視野内にある画像情報のみである。従って、クリッピング処理によりこれ以外の情報をあらかじめ除去すれば、その後の処理の負担を大幅に減らすことができることとなる。

【0052】最後に、表示領域2内にある物体に対してのみ、スクリーン座標系(XS、YS)への透視変換が行われ、次段のソーティング処理部320へとデータが出力される。

【0053】なお、本実施例では、透視変換される前のポリゴンを3次元ポリゴンと呼び、透視変換された後のポリゴンをただ単にポリゴンと呼んでいる。但し、これは便宜上の呼び名にすぎず、実際上は、透視変換後のポリゴンであっても、ソーティング処理用及びテクスチャマッピング用に必要なZ値を有している。

【0054】ソーティング処理部320では、この入力されたデータ及びソーティング処理用のデータ等を用いて、次段の画像表示部360において処理するポリゴンの画像データの順序が決定され、その順序にしたがってポリゴンの画像データが出力される。具体的には、図18において、座標Zvの大きいもの、即ち、より奥にあるポリゴンの画像データから順次出力される。これにより、画像表示部360での演算処理は、より奥にあるポリゴンの画像データから順に行われることとなる。な

お、このソーティング処理部320の構成及び動作の詳細については、後述する。

(3) 画像表示部

画像表示部360は、ソーティング処理部320から所定の順序にしたがって入力される、ポリゴンの頂点ごとに与えられた画像情報から、3次元ポリゴン内部の全ドットの画像情報を演算する機能を有する。以下、画像表示部360の動作の概略について簡単に説明する。

【0055】まず、ソーティング処理部320から、ポリゴンの画像データ、即ち、ポリゴンの各頂点に対応した頂点座標、頂点テクスチャ座標、頂点輝度情報等がプロセッサ部362に順次入力される。また、ポリゴン内の全てのデータに共通のデータは、アトリビュートデータとしてアトリビュートRAM部368に入力される。

【0056】プロセッサ部362では、この頂点座標、頂点テクスチャ座標、頂点輝度情報等から、ポリゴン内の全てのドットの表示座標、テクスチャ座標TX、TY、輝度情報BRIが求められる。そして、この求められたテクスチャ座標TX、TY、輝度情報BRIは前記した表示座標をアドレスとしてフィールドバッファ部364に書き込まれる。

【0057】画像表示する際には、このフィールドバッファ部364からテクスチャ座標TX、TYが読み出され、これをアドレスとしてテクスチャ記憶部366からテクスチャ情報が読み出される。そして、この情報とアトリビュートRAM部368からのアトリビュートデータとから、パレット&ミキサ回路370にてRGBデータが形成され、CRT330を介して画像出力されることになる。

2. ソーティング処理部の説明

(1) 概念の説明

前述したように、従来のZバッファ法と呼ばれる陰面消去の手法では、ポリゴンの内部の色の塗りつぶしを行う際に、Zバッファ324を参照し、Zバッファに記憶されているZ値との比較を行い、更に比較した結果をZバッファに書き込み、色の塗りつぶしを行わなければならない。そして、この色の塗りつぶしは、例えば、

(1/60)秒の間に $640 \times 400 = 25万6000$ の全てのドットについて完了しなければならないため、リアルタイムに高画質な画像処理を行う画像合成装置に不向きなものであった。特に本画像合成装置ではグローバルシェーディングにより各ドットの輝度の演算も併せて処理できる構成となっているため、かかる余計な演算処理をなるべく省略する必要が生じる。

【0058】そこで、本画像合成装置では、ポリゴン内の全てのドットの代表となるZ値をZ代表値として求め、これをソーティング用Z値としてポリゴンごとに設定し、後の処理は全てこのソーティング用Z値で定められる優先順位にしたがって、ポリゴンごとに行なっている。具体的には、例えば、ポリゴンの各頂点の最大値と

表値とする代表値設定パターンも可能である。但し、この場合は、計算コストという意味では不利になる。

【0068】以上のように、Z代表値演算部102においてポリゴンごとにZ代表値が演算された後、これがソーティング用Z値として各ポリゴンごとに設定される。このようにソーティング用Z値が設定されたポリゴンデータは、ソーティング部120に入力される。ソーティング部120において、このソーティング用Z値を用いてポリゴンデータの優先順位が決定される。具体的にはソーティング用Z値が一番大きいポリゴンデータが最も高い優先順位に設定される。そして、この優先順位にしたがって、即ち、ソーティング用Z値が大きい順にポリゴンデータがソーティング部120より出力される。これにより後段の画像供給部360では、この出力順序にしたがってポリゴンデータを処理することになる。この結果、ソーティング用Z値の大きい順にポリゴンの描画処理が行われ、簡易でエラーの少ないの陰面消去処理が可能となる。

【0069】(3)第2の手法及び構成

第2の手法は、第1の手法で演算されたZ代表値に、更にシフト値を加算して、より適切な優先順位を算出する手法である。この手法は、例えば、3以上の複数の3次元ポリゴン、3次元オブジェクトが複雑に配列されている場合に、これらのポリゴン、3次元オブジェクトの優先順位を、より適切なものとして行うことができる。

【0070】この第2の手法によるソーティング処理部320は、図6(a)に示すように、ソーティング用Z値設定部100内に、Z代表値演算部102の他に更に、ポリゴン用シフト値加算部104及びオブジェクト用シフト値加算部108が設けられた構成となっている。この構成により、Z代表値演算部102で演算されたZ代表値に対してシフト値を加算することが可能となる。この場合、ポリゴンごとのシフト値加算はポリゴン用シフト値加算部104において行われる。また、オブジェクト用シフト値加算部108では、3次元オブジェクトごとにシフト値を加算することができる。これにより、3次元オブジェクトを構成するポリゴンの全てに、所定のシフト値を一度に加算することが可能となり、更に効率のよい優先順位の設定の調整が可能となる。

【0071】なお、加算されるシフト値は、後述する図9、図10に示すように、ポリゴンデータ、オブジェクトデータに含まれるソーティング制御用データの中に、Zシフト値として設定されている。そして、このソーティング制御用データは、3次元情報メモリ内に、ポリゴン、3次元オブジェクトの他の画像データと共に記憶されている。従って、この記憶されたデータを書き換えることにより、ポリゴンごと、3次元オブジェクトごとに、Zシフト値の設定を変更することが可能となる。

【0072】この手法は、例えば図6(b)に示すように、そのZ代表値が「平均値」にしか設定できず、しか

も同図に示すような位置関係にある3次元ポリゴン30、32に対して有効である。即ち、この場合、3次元ポリゴン32に対応するポリゴンのZ代表値Z2の方が、3次元ポリゴンに対応するポリゴンのZ代表値Z1よりも大きくなる。この結果、3次元ポリゴン32に対応するポリゴンのデータが欠落する結果となる。そこで、かかるポリゴンのZ代表値に適当な負の値のシフト値を加算してソーティング用Z値を形成する。これにより、 $Z2' < Z1$ とすることにより、正しい優先順位に設定することができ、3次元ポリゴン32に対応するポリゴンのデータの欠落を有効に防止できる。また、この場合、逆に、正の値のシフト値をZ1に加算して調整してもよい。

【0073】なお、以下の説明を簡単にするために、便宜上、3次元ポリゴンに対応するポリゴン、即ち、3次元ポリゴンに対して透視変換を行った後のポリゴンについても3次元ポリゴンと同じ符号をつけてこれを呼ぶこととする。従って、例えば3次元ポリゴン32及び当該3次元ポリゴンに対応するポリゴンを呼ぶ場合には、これらをポリゴン32と総称して呼ぶこととする。

【0074】また、ここでいうZ代表値は、実際のポリゴンの3次元座標におけるZ座標値とは全く別のものであり、ソーティング用にのみ用いられる独立なものであることに留意すべきである。即ち、例えばZ代表値Z1に、非常に大きな正のシフト値を加算しても、実際のポリゴン30のZ座標値には全く影響を与えない。従って、ポリゴン30が必ずポリゴン32の後ろにあるような物のポリゴンである場合には、非常に大きな正のシフト値をポリゴン30のZ代表値に加算してもよいこととなる。そして、このように大きなシフト値を加算することにより、種々の視点方向からポリゴンを見た場合でも、正しい優先順位の関係を保つことが可能となる。例えばドライビングゲームを例にとれば、道のガードレールの向こうにある家、木等の背景などには、大きなシフト値を加算することで、正しい優先順位を保つことが可能となる。

【0075】さて、以上は、ポリゴンのZ代表値を互いに遠ざける方が有効な場合について説明したが、図6

(c)には、逆にこれらのポリゴンのZ代表値を近づける方が有効な場合について示されている。

【0076】3次元ポリゴン34、36が同図に示すような位置関係にあり、プレーヤ302の視点位置がA、B、Cと変化した場合、プレーヤ302から見えるポリゴン34、36の見え方は次のように変化しなければならない。即ち、プレーヤ302の視点位置がAである場合はポリゴン34の方が上に見え、視点位置がBである場合は両者平行となり、視点位置がCである場合はポリゴン36の方が上に見えるように変化しなければならない。ところが、同図に示されるように、ポリゴン36がポリゴン34より比較的離れた位置にあると、この変化

り、バックミラー及びレーシングカーを上から見た映像が重ね合って合成された表示画面を形成することが可能となる。

【0082】また、絶対優先順位ビットにシフト値を加算することにより以下のような効果が得られる。

【0083】絶対優先順位ビットに加算されるシフト値は、後述する図10に示すように、ソーティング制御用データ内に絶対優先順位シフト値として、ポリゴンごと、3次元オブジェクトごとに設定できるようになっている。従って、この絶対優先順位シフト値を設定することにより、設定されたポリゴン、3次元オブジェクトを、他のポリゴン、3次元オブジェクトの優先順位に関係なく、絶対的に前に表示させたり、後ろに表示させたりすることが可能となる。これにより、従来にない映像効果を演出することが可能となる。

(6) ソーティング用Z値設定部の動作
画像供給部308内では、図9(a)(b)に示すフォーマットのデータに対して処理を行っている。

【0084】図9(a)には、画像供給部308内で処理されるデータのフォーマットの全体図が示されている。同図に示すように、処理されるデータは、フレームデータを先頭に、このフレーム内に表示される全てのオブジェクトのオブジェクトデータが連なるようにして構成されている。そして、このオブジェクトデータの後は、このオブジェクトを構成するポリゴンのポリゴンデータが更に連なるように続いて構成されている。

【0085】ここで、フレームデータとは、フレームごとに変化するパラメータにより形成されるデータをいい、1フレーム内の全ての3次元オブジェクトに共通なデータであるプレーヤの視点位置・角度・視野角情報、モニタの角度・大きさ情報、光源の情報等のデータより構成される。これらのデータは1フレームごとに設定され、例えば前記のように表示画面上にウィンドウを形成した場合は、ウィンドウごとに異なるフレームデータが設定される。即ち、前述した図8に示すウィンドウ50(バックミラー)では、フレームデータのうち視点角度に関する情報がプレーヤの視点角度に対して後向きの方に設定される。また、ウィンドウ52では視点角度がレーシングカーに対して上向きの方に設定される。なお、前記した手法4に用いる絶対優先順位ビットに関する情報も、このフレームデータ内に含まれている。

【0086】また、オブジェクトデータとは、3次元オブジェクトごとに変化するパラメータにより形成されるデータをいい、3次元オブジェクト単位での位置情報、回転情報等のデータより構成される。

【0087】また、ポリゴンデータとは、ポリゴンの画像情報等により形成されるデータをいい、図9(b)に示すように、ヘッダ、代表値設定データ、ソーティング制御用データ、ポリゴンの頂点輝度座標I0~I3、頂点テクスチャ座標TX0、TY0~TX3、TY3、頂点座標X

0、Y0、Z0~X3、Y3、Z3等のデータより構成される。但し、本発明では、四角形のものに限らず、あらゆる頂点数の多角形をポリゴンとして取り扱うことができる。従って、前記したポリゴンデータは、多角形の頂点数がnである場合は、ポリゴンの頂点輝度座標はI0~Inとなり、頂点テクスチャ座標はTX0、TY0~TXn、TYnとなり、頂点座標はX0、Y0、Z0~Xn、Yn、Znとなる。

【0088】なお、頂点輝度座標及び頂点テクスチャ座標は、前記したように、グローシェーディング手法又はテクスチャマッピング手法を用いた場合にのみ必要なデータである。

【0089】ここで、代表値設定データとは、前記した代表値設定パターンからどの設定パターンを選択して代表値を演算するかを指定するデータである。

【0090】また、ソーティング制御用データとは、ソーティング処理を制御するためのデータであり、図10(a)、(b)に示すフォーマットのデータである。ソーティング制御用データは22ビットで構成され、シフト値加算用のソーティング制御用データ(図10(a))と、Z固定値設定用のソーティング制御用データ(図10(b))の2種類がある。

【0091】シフト値加算用のデータは、最上位ビットが0に設定され、3ビットの絶対順位シフト値及び18ビットのZシフト値より構成され、それぞれ絶対優先順位ビットのシフト値加算及びZ代表値のシフト値加算に使用される。

【0092】Z固定値設定用のデータは、最上位ビットが1に設定され、21ビットのZ固定値より構成され、Z固定値の設定用データとして使用される。

【0093】なお、図9(a)には示されていないが、同図中のオブジェクトデータ内にも、図10(a)、(b)に示すフォーマットのソーティング制御用のデータが含まれており、これにより3次元オブジェクトごとの、シフト値加算、Z固定値の設定が可能となる。

【0094】ソーティング処理部320では、これらのデータが入力されポリゴンデータのソーティング処理が行われている。これを図1を用いて以下説明する。

【0095】まず、これらのデータのうち、ポリゴンデータがZ代表値演算部102に入力される。そして、Z代表値演算部102では、このポリゴンデータ内に含まれる頂点座標を用いて、前記した手法によりZ代表値の演算が行われる。この場合、どの代表値設定パターンからZ代表値を設定するかは、上記した代表値設定データにより指定される。

【0096】次に、ポリゴンデータ内に含まれるソーティング制御用データの最上位ビットが参照され、これが「0」である場合は、ポリゴン用シフト値加算部104においてポリゴンごとのシフト値加算が行われる。逆に、これが「1」である場合には、ポリゴン用Z固定値

は、それぞれ、1フィールド分の全ポリゴンデータを格納できる容量を有している。

【0106】図11(b)に示すように、フィールド1においては各エリアは次のような動作をする。即ち、エリアA132は、ポートX1によりソーティング用Z値設定部100に接続され、ソーティング用Z値設定部100からのポリゴンデータが入力され、これを記憶している。また、エリアB134は、ポートY2により、ソーティング制御部140に接続され、ソーティング制御部140にソーティング用Z値を出力している。更に、エリアC136は、ポートZ3により画像供給部360に接続され、画像供給部360に、ソーティング済みのポリゴンデータを出力している。

【0107】そして、次のフィールド2になると、次のようなポートの切り替えが行われる。即ち、ポートY2がポートY1に切り替わり、エリアA132からソーティング制御部140に対してソーティング用Z値が出力される。この場合、出力されるソーティング用Z値は、前記したフィールド1において記憶されたポリゴンデータから抽出されたデータである。また、ポートZ3がポートZ2に切り替わり、エリアB134から画像表示部360に対してソーティング済みのデータが出力される。この場合のソーティング済みのポリゴンデータの出力は、インデックスレジスタ146に書き込まれているアドレスを用いて行われる。更に、ポートX1がポートX3に切り替わり、エリアC136に対してソーティング用Z値設定部100から新たに処理するポリゴンデータが書き込まれる。

【0108】次にフィールド3になると、またポートの切り替えが行われ、例えば、エリアA132からは、ソーティング済みのポリゴンデータが出力される。

【0109】このように、データRAM120は3つのエリアの切り替えが可能であり、これにより、ポリゴンデータの入力、ソーティング、ソーティング済みデータの出力という処理を、パイプライン処理により行うことが可能となる。即ち、ポートの切り替えにより、1つのエリアが各フィールドごとに別々の役割を果たすことが可能となる。この結果、エリア間のデータ転送の必要性がなくなり、高速なソーティング処理が可能となる。例えば、ソーティング用Z値設定部100からポリゴンデータを入力するモードから、ソーティング制御部140へソーティング用Z値を出力するモードへ切り替わっても、エリアA132に書き込まれているデータ自体は、全く書き変わらない。更に、画像表示部360へソーティング処理済みのデータを出力するモードになっても、エリアA132に書き込まれているデータ自体は書き変わらず、ただ読み出すためのアドレスが変わるのみである。

【0110】さて、データのソーティングは、ソーティング制御部140及びソーティングRAM142によつ

て行われている。この場合、実際にソーティングされるのは、ソーティングRAM142に書き込まれている内容であり、データRAM130に書き込まれているポリゴンデータ自体のソーティングが行われるわけではない。即ち、本実施例では、データRAM130自体に書き込まれているデータをソーティングする必要がないため、高速のソーティング処理が可能となる。

【0111】次に、ソーティング制御部140及びソーティングRAM142の構成及び動作の詳細について説明する。

【0112】まず、ソーティング用Z値が、データRAM130からソーティング制御部140に入力される。

【0113】ソーティング制御部140は、このソーティング用Z値を用いて度数分布表を作成し、これを基に優先順位を決定する。この様子が図19に示される。

【0114】図19(a)は、各ポリゴンデータとソーティング用Z値の対応を示すものであり、X(1)~X(20)は各ポリゴンデータを表し、その下欄には、各ポリゴンデータに対応するソーティング用Z値が記載されている。但し、この表は、説明を簡単にするための例示にすぎず、実際には、本実施例では8192個のポリゴンデータを扱うことができ、また、ソーティング用Z値は24ビットの2進数データにより表されている。

【0115】さて、ソーティング制御部140では、この図19(a)の表を基に、図19(b)に示す度数分布表が作成される。即ち、図19(a)において、ソーティング用Z値が「7」のものは3つあるので、図19(b)の「7」の欄には度数3が書き込まれる。同様にして、各欄に対応する度数が書き込まれ、図19(b)に示す度数分布表が作成される。実際には、この度数分布表は、データRAM142内の度数分布表レジスタ144の各レジスタに記憶されることになる。

【0116】次に、この度数分布表を基に、図19(c)に示す優先順位表が作成される。即ち、図19(b)により、ソーティング用Z値が「6」のものの優先順位は、 $1+2+4=7$ となるため、この値が「6」の欄に記載される。このようにして作成された優先順位表は、実際には、度数分布表レジスタ144の各レジスタに記憶され、度数分布表レジスタ144の内容が書き変わるることとなる。

【0117】次に、ソーティング制御部140は、もう一度、データRAM130から、前に読み出したものと同じソーティング用Z値を全て読み出す。そして、この読み出す際に、前記の度数分布表レジスタ144内に記憶された優先順位が参照される。例えば、ポリゴンデータのソーティング用Z値が5の場合は、図19(c)により、このポリゴンデータの優先順位は「11」になる。従って、ソーティング制御部140により、インデックスレジスタ146の11番目のレジスタに、当該ポリゴンデータのアドレス、即ちデータRAM130内で

からである。

【0125】このようなポリゴンごとのシフト値加算は、例えば図12に示すような屋根にでっぱり（以下箱体と呼ぶ）がついた家74に対するZ代表値を調整する場合にも有効である。

【0126】この場合、屋根を表すポリゴン80は、大きなポリゴンで形成されている。その理由は次の通りである。即ち、屋根が例えば瓦で形成されている場合、従来は、屋根を、瓦を表す複数のポリゴンに分解して表示していた。これに対して、例えばテクスチャマッピング手法を用いた場合には、瓦を表すテクスチャを屋根にはり付けることにより、このような屋根を表示できることとなる。この結果、屋根を表すポリゴンは、従来に比べて大きなものとなってしまう。

【0127】このような大きなポリゴン80の上に、ポリゴン82、84、86（図上において見えない部分は省略する）からなる箱体が設けられている場合、眺める方向によっては、ポリゴン80に対するポリゴン82、84、86の優先順位が狂ってしまう。この結果、眺める方向によって、箱体が出たり消えたりする事態が生じ、その消え方もポリゴン82、84、86のそれぞれで異なる。

【0128】そこで、このような場合には、ポリゴン82、84、86のZ代表値に対してポリゴンごとに負のシフト値を加算して、優先順位の狂いを是正する。これにより、眺める方向が変わっても常にポリゴン82、84、86がポリゴン80の手前にくるように調整できることとなる。

【0129】なお、この場合、シフト値の最適値は、ポリゴンそれぞれごとに異なることとなる。即ち、ポリゴンのZ代表値に対してあまりに大きな負のシフト値を加算すると、箱体の手前に他のポリゴンがあった場合（例えば鳥が箱体の上を通過した場合）に、そのポリゴンとの優先順位が狂ってしまい不都合が生じる。従って、このような不都合が生じないように、ポリゴンごとに最適なシフト値を加算する必要があり、この結果、ポリゴンそれぞれに異なるシフト値を加算する必要が生じることとなる。

(c) 3次元オブジェクトごとのシフト値加算

次に、家74とガードレール66との優先順位の関係を考えてみる。この場合、どのような方向から眺めても、家74が必ずガードレール66の向こう側に位置するようにしなければならない。しかし、例えば家74を構成するポリゴンのZ代表値が「最小値」あるいは「平均値」に設定されていると、眺める方向によってガードレール66がポリゴン78の中に消えてしまうという事態が生じる。

【0130】この場合、例えば家74を構成するポリゴンのZ代表値を「最大値」に設定すると、今度は、看板90との間の優先順位が狂ってしまうという事態が生じ

る。また、例えばポリゴン78のZ代表値のみを「最小値」とするのは、他のポリゴン76、80等との優先順位の関係で好ましくない。

【0131】更に、前記したように、ポリゴン80とポリゴン82、84、86との優先順位の関係については、ポリゴン82、84、86にポリゴンごとのシフト値を加算して調整している。従って、この優先順位の関係を狂わせずに、そのままの状態、家72全体とガードレール66、68、看板90との間の優先順位の調整を行う必要がある。

【0132】従って、この場合、家74を構成するポリゴン全体に同じ値のシフト値を加算することが望ましい。そこで、本実施例では、3次元オブジェクトである家74に3次元オブジェクト単位にシフト値を加算して、これに対処している。この場合、看板90に対しても例えば同じ値のシフト値を加算すれば家74と看板90との間の優先順位も適正に保たれることとなる。なお、この場合、家74に加算するシフト値としては、例えばガードレール66、68との優先順位の関係を保つのであれば、ガードレールの長さに対応する正のシフト値を加算すれば十分である。

(d) Z固定値の設定

図14には、Z固定値の設定の適用により背景を描いた場合の概念図が示される。同図に示されるように、このZ固定値の設定では、空40、雲38、山42、地面44、道路46、白線47等の背景を、Z固定値を使って通常の物体よりも奥になるように設定する。しかも、この場合、空40、雲38、山42、地面44、道路46、白線47の順になるようにすべく、図10(b)に示す21ビットのZ固定値を、例えば以下のように設定する。即ち、空40を表すポリゴンを1FFFFH、雲38を表す1FFFEH、山42を表すポリゴンを1FFFDH、地面を表すポリゴンを1FFFCH、道路を表すポリゴンを1FFFBH、白線を表すポリゴンを1FFFAHと設定する。このように、比較的大きな値に設定することにより、画面上の他の3次元オブジェクト、例えば看板20、ガードレール60、家74等との間の優先順位の関係を簡易に調整することが可能となる。

(e) 絶対優先順位の設定

絶対優先順位の設定により、図12に示すように、ウィンドウ50内にあるビル48、山43等のポリゴンをウィンドウ外のポリゴンよりも絶対的に手前にもってこることができるようになる。この場合、具体的には、ソーティング用Z値の上位3ビットを、ウィンドウ内のポリゴンは(000)に、ウィンドウ外のポリゴンは(001)に設定する。

【0133】なお、このようにウィンドウ50内にあるポリゴンを手前にもってこることは、例えば、前記のZ固定値の設定により行うことも可能である。しかし、絶

10

20

30

40

50

せて設定される代表値設定パターンの指定データと、ポリゴンの各頂点の奥行きを表すZ座標値を含ませて出力することができる。従って、表示する3次元画像の状態に応じてポリゴンの代表値設定パターンの指定データを変えることで、表示画像を形成する際におけるポリゴンの画像データの欠落等の事態を有効に防止できることとなる。

【0145】また、請求項3の発明によれば、前記代表値設定パターンとして、最小値、最大値及びこれらの平均値から選択された少なくとも2つをZ代表値として演算できるため、より効率のよい優先順位の設定が可能となる。

【0146】また、請求項4の発明によれば、シフト値加算により、Z代表値のみによっては回避できないポリゴンの欠落等の事態を有効に防止できる。この場合、更に、3次元オブジェクトごとにシフト値を加算することにより、当該3次元オブジェクトに含まれる全てのポリゴンの優先順位を一度に調整することが可能となり、より簡易で効率的な優先順位の設定が可能となる。

【0147】また、請求項5の発明によれば、前記Z代表値を固定値に設定することにより、優先順位が常に決まっているようなポリゴン又は3次元オブジェクトに対して、より簡易に優先順位を決定することができる。

【0148】また、請求項6の発明によれば、ソーティング用Z値の下位ビットのいかんにかかわらず、この絶対優先順位部により優先順位を絶対的に制御できる。従って、表示画面上に異なるウィンドウ画面を簡易に設定でき、例えば、これをドライビングゲームに適用した場合には、表示画面上にバックミラー、サイドミラー、任意の視点方向から見える表示画像をウィンドウとして形成できることとなる。

【0149】また、請求項7の発明によれば、設定された絶対優先順位を任意に変更できることとなり、これにより、より高度な優先順位の制御が可能となり、従来にないより効果的な映像効果を作り出すことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るソーティング処理装置の好適な一例について示すブロック図である。

【図2】本発明に係るソーティング処理装置が適用された画像合成装置の一例を示すブロック図である。

【図3】テクスチャマッピングの概念について説明する概略説明図である。

【図4】Z代表値を用いた場合のデータの欠落の問題について説明するための概略説明図である。

【図5】本実施例の第1の手法及びその構成について示すブロック図及び概略説明図である。

【図6】本実施例の第2の手法及びその構成について示すブロック図及び概略説明図である。

【図7】本実施例の第3の手法及びその構成について示すブロック図及び概略説明図である。

【図8】本実施例の第4の手法を説明するための概略説明図である。

【図9】本実施例により取り扱われるデータのデータフォーマットの一例を示すものである。

【図10】ソーティング制御用データ及びソーティング用Z値のデータフォーマットの一例を示すものである。

【図11】ソーティング部について説明するための概略説明図である。

【図12】本実施例が適用された表示画面の一例を示す概略説明図である。

【図13】Z代表値の設定変更及びシフト値加算の有効性について説明するための概略説明図である。

【図14】Z固定値の設定の概念について説明するための概略説明図である。

【図15】従来の画像合成装置の概念について説明するための概略説明図である。

【図16】従来の画像合成装置の構成について示す概略ブロック図である。

【図17】Zバッファ法について説明するための概略説明図である。

【図18】3次元演算部での演算の概要を説明するための概略説明図である。

【図19】度数分布を利用したソーティングの手法について説明するための概略説明図である。

【図20】絶対優先順位のシフト値加算の適用例を説明するための概略説明図である。

【符号の説明】

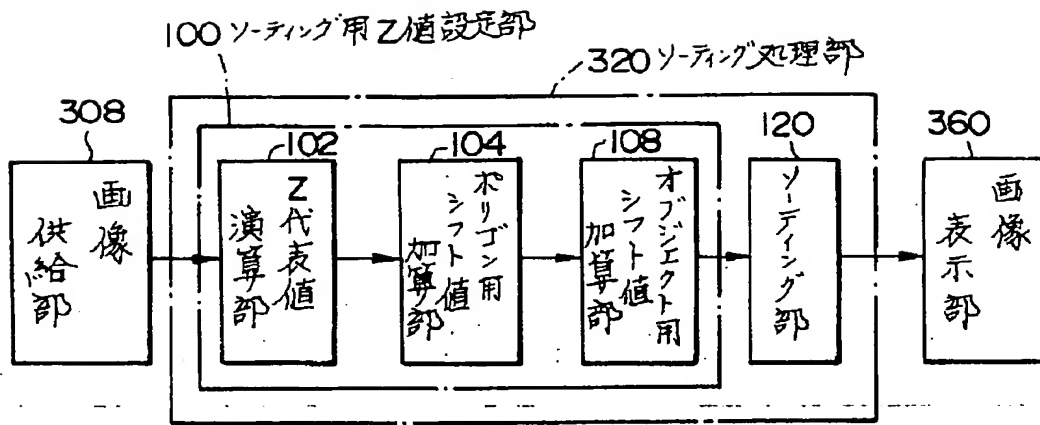
- 100 ソーティング用Z値設定部
- 102 Z代表値設定部
- 104 ポリゴン用シフト値加算部
- 108 オブジェクト用シフト値加算部
- 106 ポリゴン用Z固定値設定部
- 110 オブジェクト用Z固定値設定部
- 112 絶対優先順位設定部
- 114 ポリゴン用絶対優先順位シフト部
- 116 オブジェクト用絶対優先順位シフト部
- 120 ソーティング部
- 130 データRAM
- 140 ソーティング制御部
- 142 ソーティングRAM
- 308 画像供給部
- 310 操作部
- 312 メインCPU部
- 314 3次元情報メモリ
- 316 3次元演算部
- 320 ソーティング処理部
- 360 画像供給部

[illegible]

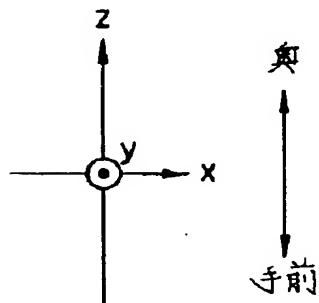
308 画像供給部

【図6】

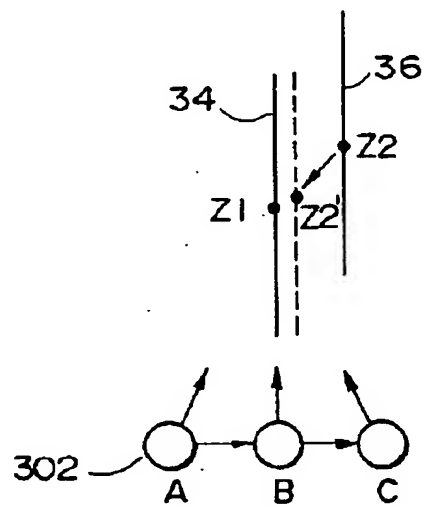
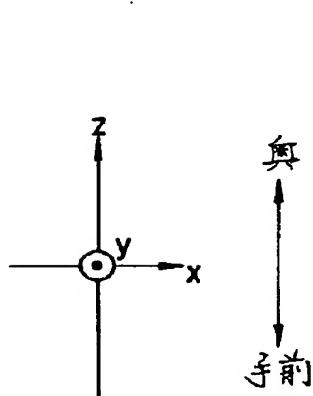
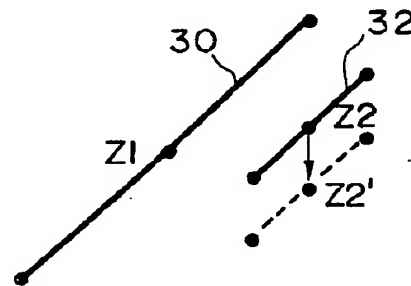
(a)



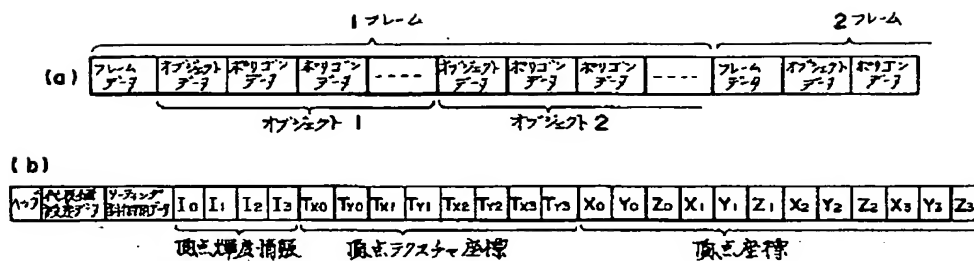
(b)



(c)

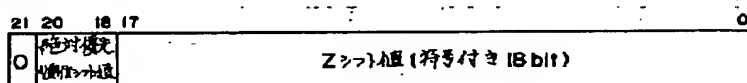


【图9】

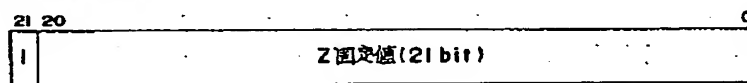


【図 10】

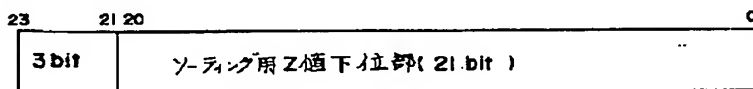
(a) シフト値加算用のソーティング制御用データ



(b) Z 面変位設定用のソーティング制御用データ

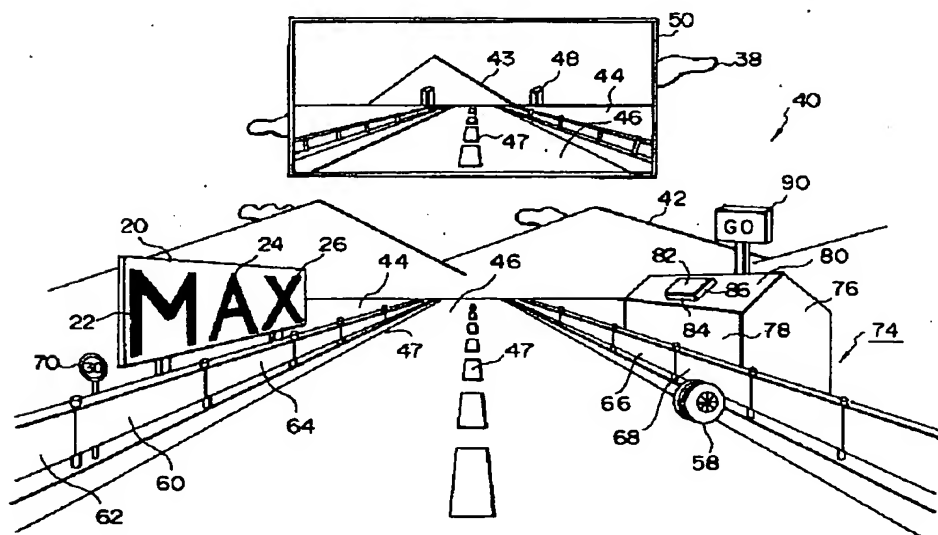


(c) ソーディング用 Z 値



绝对优先顺位部

【図 12】



【図20】

